

13. Smirnov V.N. Metodika provedeniya polevykh pochvennykh issledovaniy v lesu dlya sel'skokhozyaystvennykh tselei. – Ioshkar-Ola, 1958. – 165 s.

14. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

15. Trofimov I.T., Bekhovykh Yu.V., Bolotov A.G., Sizov E.G. Fizicheskie svoystva chernozemov pod khvoynymi lesopolosami // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 9. – S. 23-27.



УДК 581.5 (631.95)

В.П. Фещенко
V.P. Feshchenko

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

ECOLOGICAL EVALUATION OF AGRICULTURAL CROPS POLLUTION WITH HEAVY METALS IN THE FOREST-STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK PRIOBYE (THE OB RIVER AREA)

Тяжёлые металлы по пищевым цепям через растения попадают в организм животных и человека, накапливаются в органах и тканях, вызывая различные патологии, поэтому исследование растительной продукции по содержанию тяжёлых металлов очень актуально. Цель исследования – изучить уровни содержания кадмия, свинца, цинка и меди в сельскохозяйственных культурах, определить их распределение в основной и побочной продукции и зависимость от содержания в почве. Объекты исследования – морковь столовая, картофель и яровая пшеница. Исследования проводили на реперных участках локального мониторинга, заложенных на чернозёме выщелоченном. Тяжёлые металлы определяли атомно-абсорбционным методом, подготовку проб – способом сухой минерализации. Установлено, что концентрация кадмия в биомассе пшеницы, моркови, картофеля составила 0,09; 0,05; 0,03 мг/кг соответственно. Содержание свинца в биомассе картофеля 1,47 мг/кг, биомассе моркови – 0,57, пшеницы – 0,59 мг/кг. В более высоких концентрациях растения содержат медь и цинк, что связано с их биологической функцией. Концентрация цинка в биомассе пшеницы 30,79 мг/кг, картофеля – 27,90, моркови – 11,74 мг/кг. Меди содержалось в биомассе моркови и пшеницы 3,87 и 3,78 мг/кг соответственно, в картофеле – 4,31 мг/кг. В органах запасаения ассимилятов и генеративных органах кадмий и свинец содержались в меньшей концентрации по всем культурам, содержание цинка в клубнях картофеля и зерне пшеницы превышает их концентрацию в ботве и соломе, что объясняется физиологическими потребностями растения в этих элементах. В корнеплодах моркови содержалось меди и цинка меньше, чем в ботве. Уровни содержания кадмия, свинца, цинка и меди в корнеплодах моркови, клубнях картофеля и зерне пшеницы не превышают предельно допустимых концентраций. Содержание кадмия и свинца в меньшем количестве накапливается в основной продукции. Установлена прямая корреляционная зависимость содержания кадмия в корнеплодах моркови от его концентрации в почве.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, морковь столовая, картофель, пшеница яровая, почва, экологическая оценка, лесостепь, Новосибирское Приобье.

Heavy metals enter the human and animal body through the food chain via plants and accumulate in the organs and tissues causing different pathologies, therefore it is a burning issue to examine the products of plant origin for the content of heavy metals. The research goal was to study the levels of cadmium, zinc and copper content in agricultural crops and determine their distribution in primary and by-products and the dependence upon their content in soil. Table carrots, potatoes and spring wheat were examined. The studies were conducted in reference plots of local monitoring on leached chernozem. The heavy metals were determined by atomic absorption; the samples were prepared by dry mineralization. It was found that cadmium concentration in wheat, carrot and potato biomass amounted to 0.09, 0.05 and 0.03 mg kg, respectively. Lead content in potato, carrot and wheat biomass made 1.47, 0.57 and 0.59 mg kg, respectively. Copper and zinc revealed higher concentrations in plants associated with their biological function. Zinc concentration amounted to 30.79, 27.90 and 11.74 in wheat, potato and carrot biomass, respectively. Copper content made 3.87, 3.78 and 4.31 mg kg in carrot, wheat and potato, respectively. The generative organs and those which store assimilates contained cadmium and lead in lesser amounts in all the crops; zinc content in potato tubers and wheat kernels exceeded their contents in the tops and straw, and that was due to the plant physiological requirements. Carrot roots contained copper and zinc in lesser amounts than carrot tops. It is concluded that the levels of cadmium, lead, zinc and copper content in carrot roots, potato tubers and spring wheat kernels do not exceed the maximum permissible concentrations. Cadmium and lead accumulate in lesser amounts in primary products than in by-products. Direct correlation is revealed between cadmium content in carrot roots and its concentration in soil.

Keywords: heavy metals, table carrots, potato, spring wheat, soil, ecological evaluation, forest-steppe, Novosibirsk Priobye (the Ob River area).

Фещенко Валентина Петровна, начальник отдела анализа почв и с.-х. продукции, ФГБУ «Центр агрохимической службы «Новосибирский», Новосибирская обл. Тел. 923-147-42-19. E-mail: agros17@mail.ru.

Feshchenko Valentina Petrovna, Head of Division, Agrochemical Service Center "Novosibirskiy", Novosibirsk Region. Ph.: 923-147-42-19. E-mail: agros17@mail.ru.

Введение

Одним из основных путей поступления тяжёлых металлов в организм человека и жи-

вотных является употребление в пищу растительной продукции. Тяжёлые металлы, включаясь в биогеохимические круговороты, в

конечном итоге по пищевым цепям через растения попадают в организм животных и человека, аккумулируются в органах и тканях, вызывая различные патологии [1], поэтому исследование растительной продукции по содержанию тяжёлых металлов очень актуально.

Растения в течение жизни находятся в постоянном взаимодействии с факторами внешней среды, которые могут существенно модифицировать их развитие, ухудшать физиологическое состояние и потенцию к воспроизведению [2]. Химический состав растений зависит от внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относятся ландшафтно-геохимические, которые определяются условиями среды обитания. Внутренние факторы характеризуются свойствами ионов, входящих в состав растений, и биологическими особенностями видов [3].

При небольших концентрациях тяжёлые металлы задерживаются в почве, благодаря буферным свойствам, но при повышении уровня загрязнения они способны проникать в растения. В растениях тяжёлые металлы распределяются по органам и тканям неравномерно, их содержание зависит от многих условий [4].

Цель исследования: изучить уровни содержания кадмия, свинца, цинка и меди в моркови столовой, картофеле и яровой пшенице в условиях лесостепи Новосибирского Приобья; определить их распределение в основной и побочной продукции и зависимость от содержания в почве.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются сельскохозяйственные культуры: морковь столовая, картофель и яровая пшеница. Исследования проводили на реперных участках локального мониторинга, заложенных ФГБУ «ЦАС «Новосибирский» с учетом природно-сельскохозяйственных и производственно-технологических условий. Расположены участки в лесостепной почвенной зоне Приобского плато Новосибирской области на чер-

нозёме выщелоченном (участок 1 – АО «Морское», участок 2 – ОПХ «Элитное»). Тяжёлые металлы определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией. Предварительная подготовка проб проводилась способом сухой минерализации.

Результаты и их обсуждение

Исследования проводили с 2002 по 2009 гг. Проведенными исследованиями установлено, что накопление кадмия, свинца, цинка и меди в растениях и их распределение зависели от исследуемой культуры и содержания элемента в почве. В таблице представлены средние данные содержания тяжёлых металлов в моркови столовой, картофеле и яровой пшенице.

Исследования показали, что среднее содержание тяжёлых металлов в биомассе сельскохозяйственных культур значительно различается. Концентрации кадмия варьировали в пределах 0,03-0,09 мг/кг, при этом биомасса пшеницы яровой аккумулировала кадмия больше, чем морковь и картофеля в 1,8 и 3 раза соответственно. Среднее содержание свинца составляло 0,57-1,47 мг/кг, максимальный уровень поглощения этого загрязнителя отмечен в биомассе картофеля – 1,47 мг/кг, морковь столовая и пшеница яровая имели практически равные концентрации свинца, но в 2,5 раза более низкие, чем в картофеле. В более высоких концентрациях растения содержат медь и цинк, что связано с их биологической функцией. Концентрация цинка варьировала от 11,74 до 30,79 мг/кг, при этом биомасса пшеницы яровой аккумулировала цинка больше, чем морковь, в 2,6 раза, в картофеле металла содержалось незначительно больше, чем в пшенице, и составило 27,90 мг/кг. Меди содержалось в биомассе моркови и пшеницы практически равное количество – 3,87 и 3,78 мг/кг воздушно-сухой массы, фитомасса картофеля характеризовалась более высокой концентрацией меди – 4,31 мг/кг.

Таблица

Содержание тяжёлых металлов в моркови столовой, картофеле и яровой пшенице, мг/кг воздушно-сухой массы

Культура	Орган растения	Элементы			
		кадмий	свинец	цинк	медь
Морковь столовая	Корнеплод	0,03	0,29	8,21	2,24
	Надземная масса (ботва)	0,07	0,85	15,27	5,49
	Среднее	0,05	0,57	11,74	3,87
Картофель	Клубни	0,01	0,50	31,60	1,40
	Надземная масса (ботва)	0,04	2,44	24,20	7,21
	Среднее	0,03	1,47	27,90	4,31
Пшеница яровая	Зерно	0,05	0,35	35,30	5,15
	Стебель (солома)	0,12	0,83	26,27	2,41
	Среднее	0,09	0,59	30,79	3,78

Значительные различия в содержании тяжёлых металлов отмечены по органам исследуемых сельскохозяйственных культур. Выявлены существенные различия уровня концентрации кадмия и свинца в основной и побочной продукции. Так, в органах запасаения ассимилятов и в генеративных органах данные металлы содержались в меньшей концентрации по всем культурам, что соотносится с исследованиями других авторов, тогда как содержание цинка в клубнях картофеля и зерне пшеницы превышает их концентрацию в ботве и соломе [5]. Данный факт можно объяснить физиологическими потребностями растения в этих элементах. Цинк, например, избирательно поглощается растениями и концентрируется в органах размножения [6]. В корнеплодах моркови содержалось меди и цинка меньше, чем в ботве. Вместе с тем содержание тяжёлых металлов в продукции изучаемых сельскохозяйственных культур не превышало предельно допустимых концентраций.

Содержание кадмия в моркови в зависимости от его концентрации в почве изучали в 2002, 2004 и 2009 годах (рис.). Исследованиями установлена прямая корреляционная зависимость содержания элемента в корнеплодах в зависимости от его концентрации в почве, коэффициент корреляции составил 0,97 при 5%-ном уровне достоверности.



Рис. Содержание кадмия в системе почва-растение

Выводы

Уровни содержания кадмия, свинца, цинка и меди в корнеплодах моркови столовой, клубнях картофеля и зерне яровой пшеницы, выращиваемых в условиях лесостепи Новосибирского Приобья, не превышают предельно допустимых концентраций.

Содержание высокотоксичных тяжёлых металлов кадмия и свинца в меньшем количестве аккумулируется в основной продукции, чем в побочной.

Установлена прямая корреляционная зависимость содержания кадмия в корнеплодах моркови от его концентрации в почве.

Библиографический список

1. Авцын П.А., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органо-патология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Алёхина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений: учебник для студ. вузов / под ред. И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
3. Алексеенко В.А. Основные факторы накопления элементов органами // Соровский образовательный журнал. – 2001. – № 7. – С. 20-24.
4. Соколов О.А., Черников В.А., Лукин С.В. Атлас распределения тяжёлых металлов в объектах окружающей среды. – 2-е изд., доп. – Белгород: КОНСТАНТА, 2008. – 188 с.
5. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжёлые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.
6. Цинк и кадмий в окружающей среде. – М.: Наука, 1992. – 200 с.

References

1. Avtsyn P.A., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. Mikroelementozy cheloveka: etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya. – M.: Meditsina, 1991. – 496 s.
2. Alekhina N.D., Balnokin Yu.V., Gavrilenko V.F. i dr. Fiziologiya rastenii: uchebnik dlya stud. vuzov / pod red. I.P. Ermakova. – M.: Akademiya, 2005. – 640 s.
3. Alekseenko V.A. Osnovnye faktory nakopleniya elementov organami // Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal. – 2001. – T. 7. – S. 20-24.
4. Sokolov O.A., Chernikov V.A., Lukin S.V. Atlas raspredeleniya tyazhelykh metallov v ob"ektakh okruzhayushchei sredy. - 2-e izd., dop. - Belgorod: KONSTANTA, 2008. - 188 s.
5. Il'in V.B., Syso A.I. Mikroelementy i tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh Novosibirskoi oblasti. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2001. - 229 s.
6. Tsink i kadmii v okruzhayushchei srede. – M.: Nauka, 1992. – 200 s.

